

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-060394

(43)Date of publication of application : 07.03.1995

(51)Int.Cl.

B21J 13/02  
C21D 1/18  
C22C 38/00  
C22C 38/24  
C23C 8/22  
// B21K 1/48

(21)Application number : 05-213869

(71)Applicant : HITACHI METALS LTD

(22)Date of filing : 30.08.1993

(72)Inventor : NAKAMURA HIDEKI  
NISHIDA JUNICHI

## (54) HEADING TOOL AND MANUFACTURE THEREOF

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a heading tool and its manufacturing method where both the hardness and the toughness required for a heading tool are provided, crack is difficult to propagate and the service life of the tool is extremely long.

CONSTITUTION: A core part except the carburized part has the composition consisting of 0.1-0.35%C,  $\leq 1.5\%$  Si,  $\leq 1.0\%$  Mn, 2.0-7.0% Cr, one or two kinds of W and Mo of 3.0-24.0% W equivalent (W+2Mo),  $\leq 5.0\%$ , and the balance Fe with inevitable impurities, while the surface layer part has the composition of higher content of carbon than this content of the core part. In this heading tool, the fracture toughness value of the core part is  $\geq 100\text{kg}/(\text{mm}^{2/3})$ , the Vickers hardness is  $\leq 600$ , while the Vickers hardness of the working surface of the tool is  $\geq 700$ , and the compressive stress is remained in the carburized surface layer part. After the carburization is executed to the stock of this composition, the quenching and tempering is executed to obtain the heading tool.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-60394

(43) 公開日 平成7年(1995)3月7日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 1 J 13/02		L 8718-4E		
C 2 1 D 1/18				
C 2 2 C 38/00	3 0 2 E			
		38/24		
C 2 3 C 8/22				

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願平5-213869	(71) 出願人	000005083 日立金属株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目1番2号
(22) 出願日	平成5年(1993)8月30日	(72) 発明者	中村 秀樹 島根県安来市安来町2107番地の2 日立金属株式会社安来工場内
		(72) 発明者	西田 純一 島根県安来市安来町2107番地の2 日立金属株式会社安来工場内
		(74) 代理人	弁理士 大場 充

(54) 【発明の名称】 圧造工具およびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 圧造工具に必要な硬さと靱性を兼ね備えるとともに、クラックが進展しにくく、極めて工具寿命の長い圧造工具およびその製造方法を提供する。

【構成】 本発明はC 0.1~0.35%、Si 1.5%以下、Mn 1.0%以下、Cr 2.0~7.0%、WまたはMoの1種または2種をW当量 (W+2Mo)として 3.0~24.0%、V 5.0%以下、残部がFeおよび不可避免的に含有する不純物からなる組成を有する浸炭部以外の芯部に対して、表層部は前記組成よりも炭素含有量が高い組成を有しており、前記芯部は破壊靱性値が100kg/(mmの2分の3乗)以上、ビッカース硬さで600以下、工具の加工面はビッカース硬さで700以上であって、浸炭された表層部に圧縮応力が残留しているを特徴とする圧造工具である。本発明の製造方法は上記組成の素材に、浸炭処理を施した後、焼入れ、焼戻し処理を施すことによって上記本発明の圧造工具を得る方法である。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 重量比で、C 0.1~0.35%、Si 1.5%以下、Mn 1.0%以下、Cr 2.0~7.0%、WまたはMoの 1 種または 2 種をW当量 (W+2Mo)として 3.0~24.0%、V 5.0%以下、残部がFeおよび不可避免的に含有する不純物からなる組成を有する浸炭部以外の芯部に対して、浸炭された表層部は前記組成よりも炭素含有量が高い組成を有しており、前記芯部は破壊靱性値が100kg/(mmの2分の3乗)以上、ピッカース硬さで600以下であり、工具の加工面はピッカース硬さで700以上であって、浸炭された表層部に圧縮応力が残留していることを特徴とする圧造工具。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の芯部の組成のうち Fe の一部を Co 10.0%以下で置換したことを特徴とする圧造工具。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載の芯部の組成のうち Fe の一部を Ni 4.0%以下で置換したことを特徴とする圧造工具

【請求項 4】 請求項 1 ないし 3 のいずれか記載の芯部の組成のうち Fe の一部を Al 0.5%以下で置換したことを特徴とする圧造工具

【請求項 5】 芯部の硬さはピッカース硬さで400~600であることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の圧造工具

【請求項 6】 重量比で、C 0.1~0.35%、Si 1.5%以下、Mn 1.0%以下、Cr 2.0~7.0%、WまたはMoの 1 種または 2 種をW当量 (W+2Mo)として 3.0~24.0%、V 5.0%以下、残部がFeおよび不可避免的に含有する不純物からなる組成、あるいは前記組成の Fe の一部を Co 10.0%以下、Ni 4.0%以下、および Al 0.5%以下のいずれか 1 種以上で置換した組成を有する素材に、浸炭処理を施した後、焼入れ、焼戻し処理を施し、前記素材の表層部を前記組成よりも炭素含有量が高い組成とし、浸炭部以外の芯部は破壊靱性値が100kg/(mmの2分の3乗)以上、ピッカース硬さで600以下、工具の加工面はピッカース硬さで700以上に調整するとともに、浸炭された表層部に圧縮応力を残留させることを特徴とする圧造工具の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 飛躍的に寿命を延長させた冷間または温間の圧造加工に用いる圧造工具に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 例えば、ステンレス鋼製のネジの頭部を形成するプラス状の溝は、圧造加工によって形成される。具体的にはネジのプラス状の溝の雄型となるプラスネジパンチをネジの頭部に打ち付け、打刻によりプラス状の溝を形成する方法がとられている。このようなネジの頭の加工等の圧造加工においては、打刻する速度を上げると打刻開始後まもなくプラスネジパンチの表層部に

クラックが発生し、これが原因となって圧造工具である雄型に欠け、あるいは折れ等の欠損が早期に発生し寿命に到る。

【0003】 このような欠損を防ぐために圧造工具の加工面にCVDやPVD等の表面被覆処理を施すことが試みられたが、このような最新の表面被覆処理をもってしても摩耗よりクラックが先行するため、有効な対策とはなっていない。また圧造工具を構成する素材の改良も試みられており、耐熱性と硬さを改善する高価なCoを含有するCo系高速度工具鋼も提案され、さらに靱性を改善するために、熱処理硬さをピッカース硬さで880以下に低く抑えることも提案されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明者は、クラックの発生原因は圧造加工中の被加工材の塑性変形に伴う発熱と界面摩擦熱の発生にあることを知見し、素材の合金元素の選択や熱処理条件の変更により寿命を延長させる改良を行ってきた。しかし、合金組成の変更や熱処理条件の変更を行っても、満足のいく工具寿命が得られていないのが現状である。ところで、ドリルやエンドミル等の切削加工に用いられる高速度工具鋼に浸炭処理を施し、寿命向上を図る方法が特公昭58-26430号、特開昭60-177167号、特開平5-163563号等に開示されている。しかし、これらに開示されるドリルやエンドミルの用途では、芯部の靱性が圧造工具ほど要求されないため、炭素含有量が0.4%ないし0.9%程度と比較的高い素材を使用するものである。このような炭素量の高い素材をそのまま圧造工具として使用すると、芯部の靱性が不足することによって、圧造工具に折れや欠損が発生する危険が大きくなり好ましくない。

【0005】 本発明の目的は、圧造工具に必要な硬さと靱性を兼ね備えとともに、クラックが進展しにくく、極めて工具寿命の長い圧造工具およびその製造方法を提供することである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明は、従来とは発想を変え、高速度工具鋼の組成に対して炭素含有量を低めた靱性に富む合金を素材とし、この素材を浸炭処理により、芯部に対して表層部の炭素含有量を高め硬さを高めるとともに、表面に圧縮応力を残留させることによりクラックの進展を抑え、靱性と硬さを兼ね備えた寿命の長い圧造工具を開発したものである。すなわち本発明は、重量比で、C 0.1~0.35%、Si 1.5%以下、Mn 1.0%以下、Cr 2.0~7.0%、WまたはMoの 1 種または 2 種をW当量 (W+2Mo)として 3.0~24.0%、V 5.0%以下、残部がFeおよび不可避免的に含有する不純物からなる組成を有する浸炭部以外の芯部に対して、浸炭された表層部は前記組成よりも炭素含有量が高い組成を有しており、前記芯部は破壊靱性値が100kg/(mmの2分の3乗)以上、ピッカース硬さで600以下であり、工具の加工面はピッカ

ース硬さで700以上であって、浸炭された表層部に圧縮応力が残留していることを特徴とする圧造工具である。

【0007】本発明において、芯部の強度を確保するためには、芯部はビッカース硬さで400~600であることが好ましい、さらに、耐摩耗性を保持するために、浸炭層の深さを500 $\mu$ m以上とすることが望ましい。

【0008】上述した本発明は、次に示す本発明の製造方法により得ることができる。すなわち本発明の圧造工具の製造方法は重量比で、C 0.1~0.35%、Si 1.5%以下、Mn 1.0%以下、Cr 2.0~7.0%、WまたはMoの1種または2種をW当量(W+2Mo)として3.0~24.0%、V 5.0%以下、残部がFeおよび不可避免的に含有する不純物からなる組成、あるいは前記組成のFeの一部をCo 10.0%以下、Ni 4.0%以下、およびAl 0.5%以下のいずれか1種以上で置換した組成を有する素材に、浸炭処理を施した後、焼入れ、焼戻し処理を施し、前記素材の表層部を前記組成よりも炭素含有量が高い組成とし、浸炭部以外の芯部は破壊靱性値が100kg/(mmの2分の3乗)以上、ビッカース硬さで600以下、工具の加工面はビッカース硬さで700以上に調整するとともに、浸炭された表層部に圧縮応力を残留させることを特徴とする。なお、本発明にいう圧造工具とは、通常の打抜き用のパンチやダイス、ネジの頭にプラス状の溝等を塑性加工により形成するために用いられるパンチ、およびブーリーの溝等を形成するために用いられる転造ダイス等に代表される高応力の繰返し負荷がかかる塑性加工用工具である。

【0009】

【作用】本発明の最も特徴とするところの一つは、圧造工具の寿命を長くするために、低い炭素量の特徴とする特定組成の素材に対して、その表層部に浸炭処理を施し圧縮応力を残留させたことにある。この圧縮残留応力の付与により、クラックの進展が抑制されるとともに、芯部の低い炭素含有量の組成であって高い破壊靱性値を有することとの相互作用によって、圧造工具の折れあるいは欠け等の欠陥を著しく抑制できるものである。また本発明では、表層部を芯部組成よりも炭素含有量が高い組成として、圧造工具に必要な表面硬さを得ることにより、クラックの起点が発生するのを防ぐ作用も有するものである。具体的には耐摩耗性を確保には表面硬さをビッカース硬さで700以上とする必要がある。

【0010】また本発明のもう一つ重要な特徴は、本発明の方法により芯部として具備すべき破壊靱性値(K<sub>ic</sub>)を100kg/(mmの2分の3乗)以上とすることができることである。圧造工具の芯部の破壊靱性値がこれより低い圧造工具では、クラックの進展が早く、圧造工具の寿命を延ばす効果が期待できない。また芯部の硬さをビッカース硬さで600以下と規定したのは、これ以上の硬さを有する圧造工具では、芯部の靱性が低くなり、クラックの進展を抑制する効果が低下するためである。なお圧造工具としての機械強度を得るために好ましくはビッカース硬

さで400以上とすることが望ましい。

【0011】本発明の製造方法においては、特定組成の素材を浸炭処理後、焼入れ、焼戻し処理を施すことに大きな特徴がある。本発明の浸炭処理後の焼入れ、焼戻し処理により、圧造工具の表面には芯部よりも炭素含有量が多くなり、硬い表面が得られる。さらに圧造工具に侵入した炭素によって、素材中の炭化物が成長し、クラックの進展を抑制するのに有効な圧縮応力を表層部に残留させ、かつ耐摩耗性も著しく向上することができるのである。得られる浸炭処理によって得られる浸炭層の厚さ、および硬さは浸炭条件、浸炭後の熱処理条件、母相の化学組成によって変動する。浸炭部の硬さは、高いほど耐摩耗性は優れるため、圧造工具としては浸炭部の硬さは最低HV700は必要である。

【0012】なお、硬すぎると、耐クラック性が低下する場合があるため、ビッカース硬さで1000以下とすることが望ましい。浸炭層の深さは、耐摩耗性を保持するために、好ましくは500 $\mu$ m以上とする。また浸炭層の厚さが3mmを越えるとクラックの伸展は抑えられても、クラックに被加工材が侵入して、クラックの伸展を速める危険があるため、好ましくは3mm以下とする。なお、本発明の圧造工具は、その表面に窒化チタン等の硬質皮膜を形成することによってさらに耐摩耗性を向上させたり、ホモ処理やそれに類似する方法で多孔質の皮膜を生成させ潤滑性を付与するなどの副次的方法を付加して寿命向上をさせることも可能である。

【0013】次に本発明の圧造工具を製造する上での素材であって、かつ本発明の圧造工具の芯部を構成する合金組成限定の理由について述べる。この芯部の組成は圧造工具の基本的な靱性、強度を確保するために極めて重要である。

【0014】Cは浸炭後の焼入れ、焼戻し時に芯部の強度を確保する元素である。0.1%未満では硬さが低くなり、圧造工具として必要な強度が得られない。またCは炭化物形成元素量との兼ね合いにもよるが、0.1%未満では $\delta$ フェライトを生成しやすくなり、硬さムラの発生の原因となり、破壊靱性値を低下する要因となる。したがって、本発明の下限値を0.1%とした。また、0.35%を越えると、芯部の破壊靱性値が低下し、必要な靱性を得ることができなくなる。またC量が高いと鑄造時の偏析で一次晶の炭化物生成して、硬さのばらつきを生ずるという問題がある。そのため、本発明におけるCの上限は0.35%とした。Siは硬さおよび耐熱性を改善する元素として含有することが可能である。しかし、1.5%を越えると機械的強度が低下するので上限を1.5%とした。Mnは焼入性を改善するために添加することが可能である。しかし、1.0%を越えると変態温度を下げ、被削性を害するので、添加上限を1.0%とした。

【0015】Crは基地と炭化物の両方は固溶し、基地の焼入性の確保、炭化物の焼入時の基地への固溶の促

進、浸炭時の硬さの上昇に有効な元素である。2%以下では焼入れ、焼戻し時の硬さをHRC40以上確保できないので、下限値を2.0%とした。また、7.0%以上添加すると $\delta$ フェライトが生成しやすく安定化すること、浸炭部の硬さ分布が急峻となりすぎ、ヒートクラックの発生を助長することから上限を7.0%とした。

【0016】WとMoは、圧造工具としての耐熱性、耐摩耗性を確保するために必須の元素である。WとMoは置換性があり、重量比で1%Moと2%Wがほぼ当価とみなせることができ、これをW当量 ( $W+2Mo$ ) で示す。W当量は少なくとも3.0%は必要で、これ以上はCとバランスの関係もあるが、W当量が高いほど、浸炭部の硬さは上昇する。また、浸炭部ではM<sub>6</sub>C型の炭化物を生成し、未固溶の炭化物は耐摩耗性の付与と、オーステナイト結晶粒の粗大化防止に作用する。本発明におけるW当量は浸炭によって形成される表層部の炭化物が極めて微細にすることが可能であり、通常の高速度工具鋼よりも高い24.0%を上限とした。これを越えて含有させると圧造工具の芯部に必要な破壊靱性値を得ることができなくなるため好ましくない。

【0017】Vは炭素が共存すると、硬いMC型炭化物を形成し、圧造工具として必要な耐摩耗性の付与には最も効果的な元素である。また、炭素との共存下でも0.7%以下は基地にも固溶し、二次硬化性を強化する。5.0%以上では、MC型炭化物の生成量が多すぎて、芯部の破壊靱性値が低下するため、上限を5.0%とした。

【0018】以下、本発明で選択的に含有させ得る元素について説明する。Coは、主に基地に固溶し、硬さと耐熱性を向上させる効果がある。反面添加量の増加に対し、機械的強度と破壊靱性値は漸減する。したがって、本発明においては、必須の添加元素ではないが、硬さの絶対値が高いことが要求される用途には添加することになる。この際、10.0%以上では機械的強度と破壊靱性値が低下し過ぎて、圧造工具として使用できなくなるため、添加する場合の上限値は10.0%とした。

【0019】Niは $\delta$ フェライトの生成を抑制するとと

もに、浸炭硬化部の硬さの変化を緩やかにする効果があり、含有することが有効な場合が多い。しかし、4.0%を越えるとA1変態温度を上げ、焼なまし硬さを上げ、被削性を低下させるので、上限値を4.0%とした。

【0020】Alは、脱酸剤としても使用されるが、 $\delta$ フェライトの抑制というNiと同様の効果があり含有することが可能である。しかし0.5%を越えると以上は介在物が増加しAlN等の二次生成物を生じ、破壊靱性値を低下するので、上限値を0.5%とした。

【0021】

【実施例】

(実施例1) 以下に本発明の実施例を示す。表1の素材No. 1~10に示した組成の12mm $\phi$ の素材の焼なまし材にコールドホッピング法でJIS M40Fの形状のプラスネジパンチを成形した。このパンチを780°C $\times$ 6hrの浸炭処理を施した後、1160°Cで焼入れを行い、560°Cで1.5hrの3回の焼戻し処理を行った。このパンチを用いて、SUS304 (径 3.5mm $\phi$ )の被加工材に160回/分の速度でプラス状の溝を形成し、パンチが欠損または摩耗寿命になるまでの打刻数を測定した。この時の寿命評価はプラスネジパンチに対して0.3mm以上の摩耗あるいは欠損が起こった場合とした。

【0022】比較例として表1のNo. 11~13に示す組成を有すプラスネジパンチを本発明例と同様に製造し、同様の寿命評価を行った。得られた寿命と、プラスネジパンチに形成した工具加工面となる表面のビッカース硬さ、表面残留応力値、浸炭層の深さ、芯部のビッカース硬さ、および芯部のシャルピー衝撃値および破壊靱性値(K<sub>ic</sub>)、を表2および表3に付記した。なお、シャルピー衝撃値および破壊靱性値(K<sub>ic</sub>)については、同様の条件で製造したプラスネジパンチの浸炭層を除去した試験片、すなわち本発明でいう芯部で測定したものである。

【0023】

【表1】

素材 No.	化 学 組 成 (wt%)										
	C	S i	M n	N i	C r	W	M o	V	C o	A l	F e
1	0.14	0.21	0.13	—	4.15	—	4.22	1.21	—	—	残
2	0.20	0.30	0.20	—	4.20	1.01	8.00	1.20	—	—	"
3	0.15	0.23	0.17	—	5.32	5.83	—	1.30	—	—	"
4	0.25	0.32	0.23	0.90	3.00	9.54	0.05	0.35	0.02	—	"
5	0.10	0.18	0.20	3.42	4.20	—	4.31	1.18	5.00	—	"
6	0.11	0.21	0.16	3.40	4.15	—	4.25	1.21	—	—	"
7	0.31	0.33	0.44	—	6.47	—	5.61	3.48	1.32	—	"
8	0.26	0.14	0.13	3.11	4.26	2.29	5.70	1.40	0.07	0.40	"
9	0.27	0.53	0.66	—	4.26	1.83	6.74	1.53	—	0.25	"
1 0	0.15	0.28	0.18	—	4.37	1.88	5.70	2.84	—	0.07	"
1 1	0.33	0.36	0.26	3.30	4.18	1.02	5.30	6.23	5.06	—	"
1 2	0.25	0.33	0.18	—	8.10	—	4.25	1.16	—	—	"
1 3	0.70	0.41	0.33	—	4.03	10.10	6.02	2.85	10.00	—	"

【 0 0 2 4 】

【 表 2 】

試料 No.	素材 No.	表 面		芯 部			備 考
		硬さ(HV)	残留応力(MPa)	硬さ(HV)	シャルピー衝撃値(MJ/m <sup>2</sup> )	K <sub>IC</sub> (kg/mm <sup>3/2</sup> )	
1	1	880	-250	420	1.67	130	本発明例
2	2	870	-230	465	1.57	125	"
3	3	800	-260	408	1.77	108	"
4	4	860	-290	425	1.39	114	"
5	5	980	-370	510	1.33	105	"
6	6	880	-260	420	1.48	120	"
7	7	870	-210	440	0.94	105	"
8	8	960	-300	440	1.08	110	"
9	9	970	-250	430	1.01	120	"
10	10	1020	-290	480	0.86	106	"
11	11	920	-170	680	0.60	72	比較例
12	12	940	-140	660	0.74	66	"
13	13	1050	-60	940	0.22	27	"
14	1+CVD	2300	-	420	1.67	130	本発明例
15	2+PVD	2300	-	420	1.67	130	"

【0025】

【表3】

試料 No.	素材 No.	浸炭部 深さ (mm)	工具寿命 (回)	寿命 原因	備 考
1	1	2.40	120,000	摩耗	本発明例
2	2	2.55	145,000	"	"
3	3	2.40	160,000	"	"
4	4	2.23	152,000	"	"
5	5	2.18	160,000	"	"
6	6	2.50	120,000	"	"
7	7	2.20	130,000	"	"
8	8	2.30	150,000	"	"
9	9	2.18	150,000	"	"
10	10	2.30	180,000	"	"
11	11	2.20	32,000	折れ	比較例
12	12	3.10	28,000	"	"
13	13	3.11	19,000	"	"
14	1+CVD	2.40	220,000	摩耗	本発明例
15	2+PVD	2.40	180,000	"	"

【0026】

【表4】

【0027】

【表5】

試料 No.	素材 No.	表 面		芯 部			備 考
		硬さ(HV)	残留応力(MPa)	硬さ(HV)	シャルピー衝撃値(KJ/m <sup>2</sup> )	Kic(kg/mm <sup>3/2</sup> )	
16	1	860	-290	430	1.20	116	本発明例
17	SKH51	810	+40	800	0.22	42	比較例
18	SKD11	680	+32	680	0.17	95	"

試料 No.	素材 No.	浸炭部 深さ(mm)	工具寿命 (回)	寿命 原因	備 考
16	1	2.81	150,000	摩耗	本発明例
17	SKH51	—	3,200	割れ	比較例
18	SKD11	—	4,500	割れ	"

【0028】また本発明の素材No. 1には浸炭後CVD処理でTi(CN)膜を5μm厚さ形成後焼入れ焼戻し処理したプラスネジパンチと、焼入れ焼戻しした完成品にPVD法でTi(CN)膜を3μm厚さ形成したプラスネジパンチに対して同様の評価を行った。この結果も表2および表3の試料No. 14および15として示す。

【0029】表2および表3に示すように、比較例である試料No. 11～13は本発明の試料に比べ芯部の破壊靱性値が低いために、工具寿命が本発明に比べて著し

く短いものとなっている。比較例に比べて本発明のプラスネジパンチは寿命の絶対値が約10倍以上の高寿命であることがわかる。また表2および表3の試料No. 14および15に示すように本発明のプラスネジパンチにCVD、PVDでTi(CN)の表面コーティング処理をすることにより、さらに寿命を向上させることができることがわかった。

【0030】(実施例2)表1に示すNo. 1の組成を有する素材を外径200mmφ、幅40mm、ネジ溝深さ3mmの

プーリーの溝加工用の転造ダイス形状に仕上げた後、実施例 1 と同様の浸炭処理および焼入れ焼き戻しを行ない転造ダイスの試料 No. 16 を得た。また従来から用いられている J I S S K H 5 1 および J I S S K D 1 1 によって同一の転造ダイス形状を有する試料 No. 1 7, 1 8 を得た。これらの転造ダイスを用いて、J I S S P C C 製の 50mmφ のプーリーを製造したところ、表 4 および表 5 に示すように本発明の転造ダイス試料 No. 1 6 は従来の転造ダイスよりも 1 0 倍以上の工具寿命を有することがわかった。

## 【0031】

【発明の効果】以上のように本発明の圧造工具に必要な硬さと靱性を兼ね備えるとともに、高応力の繰り返し負荷がかかる使用条件下で発生するクラックの伝播を抑制することができ、結果として極めて長い工具寿命を得ることができるものである。また本発明の圧造工具は、クラックの伝播を抑制できるため、加工速度を上げることができ、生産性の向上にも大きな効果が期待できるものである。

---

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

// B 2 1 K 1/48

B 8824-4 E